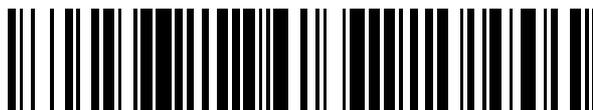


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 392 768**

51 Int. Cl.:

H01B 3/44 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **07765699 .9**

96 Fecha de presentación: **28.06.2007**

97 Número de publicación de la solicitud: **2160739**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **10.03.2010**

54 Título: **Cable de energía**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:

13.12.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:

13.12.2012

73 Titular/es:

**PRYSMIAN S.P.A. (100.0%)
VIALE SARCA 222
20126 MILANO, IT**

72 Inventor/es:

**PEREGO, GABRIELE;
BAREGGI, ALBERTO y
BELLI, SERGIO**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 392 768 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Cable de energía

Antecedentes de la invención

5 La presente invención se refiere a un cable de energía. En particular, la presente invención se refiere a un cable para transportar o distribuir energía eléctrica, especialmente energía eléctrica de media o alta tensión, teniendo dicho cable una funda que garantiza al cable una flexibilidad mejorada combinada con una alta resistencia mecánica y una alta resistencia a la tensión térmica. Dichos cables se pueden usar bien para transmisión o distribución de corriente continua (CC) o corriente alterna (CA).

10 Los cables para transportar energía eléctrica incluyen por lo general al menos un núcleo de cable. El núcleo de cable está normalmente constituido por al menos un conductor cubierto de manera secuencial por una capa polimérica interna que tiene propiedades semiconductoras, una capa polimérica intermedia que tiene propiedades eléctricamente aislantes, una capa polimérica externa que tiene propiedades semiconductoras. Los cables para transportar energía eléctrica de media o alta tensión incluyen por lo general al menos un núcleo de cable rodeado por al menos una capa de pantalla, normalmente realizada en metal o de material metálico y polimérico. La capa de pantalla puede realizarse en forma de hilos (trenzas), una cinta envuelta de manera helicoidal alrededor del núcleo de cable o una lámina que rodea de manera longitudinal el núcleo de cable. Las capas poliméricas que rodean el al menos un conductor están realizadas habitualmente a partir de un polímero reticulado a base de poliolefina, en particular polietileno reticulado particular (XLPE), o copolímeros de etileno/propileno elastomérico (EPR) o etileno/propileno/dieno, también reticulados, como se divulga, por ejemplo, en el documento WO 98/52197. La etapa de reticulación, llevada a cabo después de la extrusión del material polimérico sobre el conductor, proporciona al material propiedades mecánicas y eléctricas satisfactorias incluso a altas temperaturas tanto durante un uso continuo como con sobrecarga de corriente.

25 Para solucionar los requisitos para materiales que no deberían ser nocivos para el entorno tanto durante la producción como durante su uso, y que deberían poder reciclarse al final de la vida del cable, se han desarrollado recientemente cables de energía que tienen un núcleo de cable realizado a partir de materiales termoplásticos, es decir, materiales poliméricos que no están reticulados y que de este modo pueden reciclarse al final de la vida del cable.

30 A este respecto, los documentos WO 02/03398 y WO 02/27731, ambos a nombre del solicitante, divulgan cables que comprenden al menos un conductor eléctrico y al menos una capa de recubrimiento extruida basada en material polimérico termoplástico mezclado con un líquido dieléctrico, en el cual dicho material termoplástico comprende un homopolímero de propileno o un copolímero de propileno con al menos un comonomero de olefina seleccionado a partir de etileno y una alfaolefina distinta del propileno, teniendo dicho homopolímero o copolímero una punto de fusión superior o igual a 140 °C y una entalpía de fusión inferior a 30 J/g, que actúa principalmente para aumentar la flexibilidad del material. La cantidad de polímero de baja cristalinidad es por lo general inferior al 70 % en peso y preferiblemente entre el 20 y el 60 % en peso, respecto del peso total del material termoplástico.

35 El documento WO 04/066318, a nombre del mismo solicitante, se refiere a un cable que comprende al menos un conductor eléctrico y al menos una capa de recubrimiento extruida basada en un material polimérico termoplástico mezclado con un líquido dieléctrico, en el cual dicho material polimérico termoplástico es seleccionado a partir de:

- 40
- a) goma de terpolímero de etileno-propileno-dieno no conjugado que tiene un contenido de etileno del 70 al 85 % en peso y un contenido de gel del 10 al 45 % en peso, preferiblemente del 15 al 35 % en peso medido en ciclohexano a temperatura ambiente;
 - b) un polímero de propileno esencialmente cristalino;
 - c) un aceite diluyente nafténico o parafínico; y
 - 45 d) una carga inorgánica (no negra) apropiada para absorber al menos una porción de dicho aceite diluyente (c);

en el cual la relación en peso de (a)/(b) es de entre 90/10 a 25/75, preferiblemente entre 80/20 y 40/60, la concentración de (c) es de 20 a 100 partes por 100partes en peso de (a) más (b), la concentración de (d) es de entre 10 y 100 partes por 100partes en peso de (a) más (b), y la relación en peso de (c)/(d) no sobrepasa 2,5/1.

50 Las composiciones anteriores se caracterizan por la resistencia inusual a temperaturas elevadas y por lo tanto, proporcionan un margen mejorado de seguridad respecto del material habitualmente usado para el aislamiento eléctrico, en especial cloruro de polivinilo.

55 El documento WO 97/03124 se refiere a una composición de funda de cable, así como al uso de la misma como funda exterior para un cable de alimentación o un cable de comunicación. En particular, este documento divulga una composición de funda de cable que consiste en una mezcla de polímeros de olefina multimodales que tiene una densidad de aproximadamente 0,915-0,955 kg/dm³ y un índice de fluidez de aproximadamente 0,1-0,3 g/10 mn, comprendiendo dicha mezcla de polímeros de olefina al menos un primer y un segundo polímero de olefina, de los cuales el primero tiene una densidad y un índice de fluidez seleccionados entre (a) aproximadamente 0,930-0,975

kg/dm³ y aproximadamente 50-2.000 g/10 mn y (b) aproximadamente 0,88-0,93 kg/dm³ y aproximadamente 0,1-0,8 g/10 mn.

5 Las mezclas de polímeros de olefina multimodales darían como resultado composiciones de funda de cable mejoradas, en especial respecto de la contracción, la resistencia al agrietamiento por tensión ambiental (ESCR) y procesabilidad.

10 El documento US 5.718.974 se refiere a un cable que tiene una camisa que comprende una mezcla in situ de dos copolímeros de etileno y una o más alfaolefinas que tienen 3 a 12 átomos de carbono, teniendo dicha mezcla una relación Mw/Mn en el intervalo de aproximadamente 8 a aproximadamente 22; un índice de fusión en el intervalo de aproximadamente 0,2 a aproximadamente 3,5 gramos por 10 minutos; un índice de fluidez en fusión en el intervalo de aproximadamente 55 a aproximadamente 135: un peso molecular en el intervalo de aproximadamente 90.000 a aproximadamente 250.000; y una densidad de al menos 0,915 kg/dm³.

La mezcla anterior estaría dotada de gran resistencia a la tracción gran elongación y fragilidad a baja temperatura mejorada en comparación con el polietileno lineal de baja densidad (LLDPE) a la vez que mantiene las otras propiedades ventajosas de LLDPE, y que se basa en una resina más fácilmente extruible comparable a LLDPE.

15 Los aditivos, que se pueden introducir dentro de la mezcla in situ, están ejemplificado, entre otros, por plastificantes. Los aditivos se pueden añadir en cantidades que van de aproximadamente 0,01 a aproximadamente 10 partes en peso para cada 100 partes en peso de la resina base (entre el 0,01 % y el 9,1 % en peso). Dichas cantidades se refieren a todos los aditivos sin ninguna información acerca de la cantidad de plastificantes a usar.

20 El documento US 2006/0189744 se refiere a artículos que comprenden composiciones de poliolefinas termoplásticas que comprenden una o más poliolefinas termoplásticas, uno o más plastificantes no funcionalizados (NFP), y uno o más agentes nucleantes.. La poliolefina termoplástica puede ser un polímero de polipropileno o de propileno, es decir, un polímero realizado a partir de al menos el 35 % en mol de unidades de etileno. Alternativamente, la poliolefina puede ser un polímero de polietileno o etileno, es decir, un polímero realizado a partir de al menos el 50 % molar en peso de unidades de etileno y que tiene menos del 20 % molar en peso de unidades propileno.

25 EL NFP es un hidrocarburo líquido que no incluye en una medida apreciable grupos funcionales seleccionados a partir de hidróxido, arilos, y arilos sustituidos, halógenos, alcoxis, carboxilatos, ésteres, insaturación de carbonos, acrilatos, oxígeno, nitrógeno y carboxilo. Preferiblemente, los NFP incluyen isoparafinas, PAO, aceites de base o aceites minerales del grupo III, hidrocarburos fluidos de gran pureza derivados de un proceso denominado Gases a líquidos, y aceites minerales con un índice de viscosidad superior a 100, un punto de fluidez inferior a -20 °C, una gravedad específica inferior a 0,86 y un punto de inflamación superior a 200 °C. La cantidad de NFP puede variar dentro de un gran intervalo de valores, por lo general entre el 60 y el 0,1 % en peso o incluso a 5 % en peso o menos, basado en el peso total de la composición.

Los artículos que pueden producirse mediante las composiciones anteriores son, entre muchas otras, el encamisado de hilos y cables.

35 Las enseñanzas del documento mencionado anteriormente se dirigen a resolver satisfactoriamente un problema relativo a la estética en un artículo moldeado, porque la plastificación hace que ciertos tipos de poliolefinas, en especial el polipropileno, muestre propiedades ópticas y/o táctiles indeseables, en especial a baja temperatura.

40 El documento US 2003/060525 A1 divulga un artículo termoplástico flexible usado como aislamiento de tuberías o dieléctrico de cable que comprende una mezcla de poliolefina, preferiblemente polietileno, con un aceite plastificante.

El documento US 5 889 087 A divulga una mezcla de varios copolímeros de etileno usados junto con un aceite de silicona como plastificante, para su uso como una funda en la aplicación de un cable.

El documento GB 571 943 divulga composiciones para cables eléctricas que comprenden plastificante de polietileno y poliisobuteno.

45 **Sumario de la invención**

El solicitante se ha enfrentado al problema del aumento de la flexibilidad de un cable para transportar o distribuir energía eléctrica, en especial energía de media o alta tensión. La flexibilidad es una propiedad particularmente apreciada cuando se instala el cable o durante cualquier manipulación del mismo, por ejemplo cuando se montan accesorios de cable tales como juntas y terminales.

50 Se ejerce una influencia importante sobre la flexibilidad mediante la capa aislante, que normalmente tiene un espesor significativo, sin embargo las modificaciones *ad hoc* del material aislante son molestas porque cualquier modificación puede tener un impacto negativo sobre las propiedades eléctricas del mismo. Por lo tanto, se deberían considerar otros componentes de cable para modificar la flexibilidad global del cable acabado.

En este aspecto, la contribución de la funda a la flexibilidad global del cable es de suma importancia tanto porque su

espesor no es depreciable (normalmente de aproximadamente 2,5 mm), como por su posición exterior en el diseño del cable: cuanto mayor es la distancia de un compoente de cable respecto del eje del cable, mayor es la contribución de ese componente respecto de la rigidez del cable.

5 A parte de la flexibilidad, la funda exterior debe satisfacer otros requisitos para ser apropiado para los cables de energía, en especial para media o alta tensión, en particular en particular propiedades mecánicas tales como resistencia a la abrasión, resistencia al agrietamiento de tensión ambiental (ESCR), resistencia a la tracción a 80 °C y resistencia a las tensiones térmicas, es decir, una baja reducción del espesor de la funda al aplicar una fuerza de compresión a la temperatura operativa del cable. Estas propiedades deberían conseguirse con materiales que pueden procesarse fácilmente. En deseable mantener el coste global del cable acabado dentro de límites aceptables.

10 En un intento de resolver el problema técnico anterior, el solicitante se dio cuenta de que el uso de materiales poliméricos de alta flexibilidad, tales como cloruro de polivinilo flexibilizado (PVC), para la funda exterior de cables de media y alta tensión, puede causar algunos inconvenientes durante la instalación y el uso del cable. En particular, el solicitante se dio cuenta que, cuando el cable se doblaba, la capa de pantalla, realizada en forma de una lámina que comprende un metal tal como aluminio, y que rodea longitudinalmente el núcleo del cable, puede ser sometido a deformaciones irreversibles (ablandamiento) que pueden causar un fallo prematuro del cable.

Aparte de los problemas específicos debidos a la presencia de una capa de pantalla, el uso de materiales halogenados tales como el PVC podría evitarse debido a preocupaciones de seguridad y ambientales bien conocidas.

20 El solicitante ha encontrado ahora que es posible mejorar la flexibilidad de un cable y garantizar, al mismo tiempo, la integridad del cable y su durabilidad proporcionando al cable una funda que comprende al menos un polímero termoplástico de etileno mezclado con al menos un agente plastificante de fluido de densidad especificada en una cantidad seleccionada para proporcionar al cable la flexibilidad deseada sin perjudicar las propiedades mecánicas y particularmente la resistencia a tensiones térmicas, lo cual es esencial para conservar la forma y la integridad de la capa de pantalla durante la instalación y el uso del cable y a altas temperaturas operativas.

25 Por lo tanto, en un primer aspecto, la presente invención se refiere a un cable que comprende al menos un conductor eléctrico, al menos una capa eléctricamente aislante que rodea dicho conductor eléctrico, y al menos una funda que rodea dicha capa eléctricamente aislante, en el cual dicha funda comprende: del 65 % al 95 % en peso, preferiblemente del 70 % al 90 % en peso, incluso más preferiblemente del 75 % al 88 % en peso, de al menos un polímero termoplástico de etileno; del 5 % al 35 % en peso, preferiblemente del 10 % al 30 % en peso, incluso más preferiblemente del 12 % al 25 % en peso, de al menos un agente plastificante, estando los porcentajes expresados respecto del peso total de la funda.

30 Para los fines de la presente invención y de las siguientes reivindicaciones, salvo donde se indique otra cosa, todos los números que expresan sumas, cantidades, porcentajes, etc., han de entenderse como que están modificados en todos los casos por el término "aproximadamente". Asimismo, todos los intervalos incluyen cualquier combinación de los puntos máximos y mínimos divulgados e incluyen cualesquiera intervalos intermedios, que pueden o no estar enumerados específicamente en la presente.

35 En la presente descripción y en las siguientes reivindicaciones por "conductor" se entiende un elemento eléctricamente conductor de forma alargada, por lo general realizado a partir de material metálico, más preferiblemente aluminio, cobre o aleaciones de los mismos, bien en forma de varilla o en forma de un multicable trenzado, o un elemento conductor como el anterior revestido con una capa semiconductor.

40 Para los fines de la invención, el término "media tensión" significa por lo general una tensión de entre 1 kW y 35kW, mientras que "alta tensión" significa tensiones superiores a 35kW. Por "capa eléctricamente aislante" se entiende una capa de recubrimiento realizada en un material que tiene propiedades aislantes, es decir que tiene una rigidez dieléctrica de la menos 5 kV/mm, preferiblemente superior a 10 kV/mm.

45 Por "capa semiconductor" se entiende una capa de recubrimiento realizada a partir de un material que tiene propiedades semiconductoras tales como una matriz polimérica, con, por ejemplo, negro de carbón para obtener un valor volumétrico de resistividad, a temperatura ambiente, inferior a 500 $\Omega \cdot m$., preferiblemente inferior a 20 $\Omega \cdot m$ Normalmente, la cantidad de negro de carbón puede variar entre el 1 y el 50 % en peso, preferiblemente entre el 3 y el 30 % en peso, respecto del peso del polímero.

Por "funda" se entiende una capa de recubrimiento aplicada exteriormente a un hilo o cable.

Por "agente plastificante" se entiende un fluido basado en un solo compuesto o una mezcla de compuestos que, cuando se mezclan en una matriz polimérica, es capaz de ablandar el producto final aumentando su flexibilidad.

55 Por "polímero termoplástico de etileno" se entiende un homopolímero de etileno o copolímero de etileno con al menos una alfaolefina, que está sustancialmente reticulado y tiene una estructura sustancialmente cristalina para fundirse cuando se calienta.

El cable de la presente invención puede ser un cable de baja, media o alta tensión. Ventajosamente, el cable de la invención es un cable de media o alta tensión. Ventajosamente, el cable de la invención comprende al menos una capa de pantalla que rodea dicha capa eléctricamente aislante y rodeada por dicha funda. Preferiblemente, el polímero termoplástico de etileno es un homopolímero de etileno o un copolímero de etileno por dicha funda.

5 Preferiblemente, el polímero termoplástico de etileno es un homopolímero de etileno o copolímero de etileno con al menos una alfaolefina C₃-C₁₂, que tiene una densidad de entre 0,900 y 0,955 kg/dm³, preferiblemente entre 0,910 y 0,940 kg/dm³.

En el caso de un copolímero de etileno, la al menos una alfaolefina C₃-C₁₂ está presente en una cantidad de del 1 al 15 % en mol, preferiblemente del 1,5 al 8 % en mol.

10 Preferiblemente, el polímero de etileno termoplástico tiene una entalpía de fusión (ΔH_m) de al menos 90 J/g, preferiblemente de entre 100 y 120 J/g. La entalpía de fusión puede ser determinada por análisis de calorimetría por exploración diferencial (SDC).

Preferiblemente, el polímero termoplástico de etileno tiene un índice de fluidez superior a 0,1 g/10 mn, más preferiblemente superior a 1 g/10 mn. Preferiblemente, el índice de fluidez del polímero termoplástico de etileno es igual o inferior a 10 g/10 mn

15

Por "alfaolefina C₃-C₁₂" se entiende una olefina de fórmula CH₂=CH-R, en la que R es un alquilo recto o ramificado que tiene entre 1 y 10 átomos de carbono. La alfaolefina puede ser seleccionada, por ejemplo, a partir de: propileno, 1-buteno, 1-penteno, 4-metil-1-penteno, 1-hexeno, 1-octeno, 1-dodeceno. Entre los mismos, se prefieren en particular 1-buteno, 1-hexeno y 1-octeno.

20 El polímero termoplástico de etileno se selecciona preferiblemente a partir de: polietileno de densidad media (MDPE) que tiene una densidad de entre 0,926 y 0,940 kg/dm³, polietileno de baja densidad (LDPE) y polietileno de baja densidad lineal (LLPDE) que tiene una densidad de entre 0,910 y 0,926 kg/dm³, se prefiere en particular LLDPE.

Los polímeros de etileno termoplástico anteriores pueden ser producidos según técnicas bien conocidas. Más específicamente, se puede preparar MDPE por una homopolimerización de etileno de presión baja a media en presencia de un catalizador Ziegler-Natta, que produce un homopolímero de etileno con un grado de ramificación muy bajo. LDPE se produce por lo general mediante un proceso de alta presión en el cual el etileno es homopolimerizado en presencia de oxígeno o un peróxido como iniciador, dando lugar a cadenas de polietileno de ramas largas. LLDPE es un copolímero de etileno de ramas cortas con al menos una alfaolefina C₃-C₁₂, y se puede preparar según un proceso de baja presión en presencia de un catalizador Ziegler-Natta o un catalizador a base de cromo.

25

30

Preferiblemente, el agente plastificante se selecciona a partir de: parafinas, cicloparafinas, hidrocarburos aromáticos y poliaromáticos, ésteres, éteres aceites minerales. Ejemplos de agente plastificantes comercialmente disponible apropiado para la invención son Jarylec® Exp4 and Exp3 (comercializado por Elf Atochem); Nyflex® 820, Nytex® 800 and 840 (comercializado por Nynas); Sunpar® 2280 (comercializado por Sunoco); Synesstic™ 5 y 12 (comercializado por ExxonMobil Chemical); Palatinol® AH (comercializado por BASF). Preferiblemente, el agente plastificante es un fluido que tiene un punto de ebullición de al menos 250°C. Preferiblemente, el agente plastificante es un fluido que tiene una viscosidad de al menos 3 cSt a 40°C. El agente plastificante tiene una densidad, medida a 15 °C según el estándar ASTM D 4052, no inferior a 0,88 kg/dm³.

35

Preferiblemente, el agente plastificante tiene una densidad, medida a 15 °C según el estándar ASTM D 4052, no superior a 1,50 kg/dm³.

40

Se usan valores de densidad no inferior a 0,88 kg/dm³ para evitar sustancialmente la migración del agente plastificante sobre la superficie del material polimérico durante la producción del cable (lo cual puede causar un deslizamiento no deseado del material polimérico durante el proceso de extrusión) y en el cable acabado (la presencia de cantidades significativas del agentes plastificante sobre la funda puede causar inconveniencias cuando se manipula el cable, por ejemplo durante la instalación).

45

Además, un plastificante con un valor de densidad no inferior a 0,88 kg/dm³ evita un deterioro de la resistencia de tensiones térmicas de la funda a una temperatura de condición operativa del cable que, de media, varía entre la temperatura ambiente y 80 °C o más.

El agente plastificante es líquido a temperatura ambiente, tiene un punto de ebullición superior a 250 °C a 760 Torr, muestra una compatibilidad fisicoquímica con la poliolefina, revelada por la morfología monofásica detectada por investigación microscópica. La reducción del módulo elástico del material polimérico que contiene al menos un agente plastificante es proporcional a la concentración de este último.

50

Según una realización preferida, en el cable según la invención, la al menos una funda comprende, además, un copolímero de etileno de densidad ultrabaja, que tiene una densidad de entre 0,860 y 0,899 kg/dm³, preferiblemente de entre 0,865 y 0,880 kg/dm³. La cantidad del al menos un copolímero de etileno de densidad ultrabaja es por lo

55

general no superior al 30 % en peso, preferiblemente del 0 % en peso al 20 % en peso, respecto del peso global de los componentes poliméricos de la funda.

5 Preferiblemente, el copolímero de etileno de densidad ultrabaja tiene un Índice de distribución de masas moleculares (MWDI), definido como la relación entre el peso molecular ponderado medio M_w y el peso molecular numérico medio M_n , no superior a 5, preferiblemente de entre 1,5 y 3,5. El MWDI puede ser determinado, según procedimientos convencionales, por Cromatografía de permeación por gel (GPC).

Por lo general, el copolímero de etileno de densidad ultrabaja es un copolímero de etileno con al menos una alfaolefina C_3-C_{12} , siendo dicha alfaolefina definida como anteriormente, y opcionalmente con al menos un dieno C_4-C_{20} . Preferiblemente, la alfaolefina es un alfaolefina C_4-C_8 .

10 El dieno C_4-C_{20} es preferiblemente seleccionado a partir de: diolefinas lineales conjugadas o no conjugadas, por ejemplo 1,3-butadieno, 1,4-hexadieno o 1,6-octadieno; dienos monocíclicos o policíclicos, por ejemplo 1,4-ciclohexadieno, 5-etilideno-2-norborneno, 5-metileno-2-norborneno.

15 El copolímero de etileno de densidad ultrabaja tiene preferiblemente la siguiente composición monomérica: del 82 % en moles al 99 % en moles, preferiblemente del 93 % en moles al 98 % en moles, de etileno; del 1 % en moles al 18 % en moles, preferiblemente del 2 % en moles al 13 % en moles, de al menos una alfaolefina C_3-C_{12} ; del 0 % al 5 % en moles, preferiblemente del 0 % al 2 % en moles, de al menos un dieno. Ejemplos de copolímeros de etileno de densidad ultrabaja comercialmente disponibles apropiados para la presente invención son los comercializados por The Dow Chemical Company bajo la marca comercial EngageTM.

20 Los copolímeros de etileno de densidad ultrabaja pueden producirse según técnicas conocidas, en particular por copolimerización de etileno con al menos una alfaolefina C_3-C_{12} , y opcionalmente con al menos un dieno C_4-C_{20} , en presencia de un catalizador de sitio único, más preferiblemente un catalizador de metalloceno, o un catalizador de geometría constreñida. Se pueden añadir otros componentes en menores cantidades para producir la funda de cable según la presente invención, tales como antioxidantes, estabilizadores, pigmentos, tensioactivos.

25 Antioxidantes apropiados para este fin son, por ejemplo, diestearil- o dilauril-tiopropionato y pentaeritritil-tetrakis [3-(3,5-di-t-butil-4-hidroxifenil)-propionato], o mezclas de los mismos. Ejemplos de antioxidantes comercialmente disponibles apropiados para la invención son: EFKA® 8300, EFKA® 8350, EFKA® 8530, EFKA® 8590, Irgafos®

126, Irgafos® 168, Irgafos® 38, Irganox® 1010, Irganox® 1076, Irganox® 1081, Irganox® 1098, Irganox® B 220, Irganox® B 921, Irganox® PS 800 (todos comercializados por CIBA).

30 Estabilizantes convencionales apropiados para este fin son, por ejemplo, benzofenonas, aminas obstaculizadas o amidas obstaculizadas. Ejemplos de estabilizantes comercialmente disponibles apropiados para la invención son: Shelfplus® UV 1400, Tinuvin® 326, Tinuvin® 327, Tinuvin® 622, Tinuvin® 770, Tinuvin® 783, Tinuvin® 791 (todos comercializados por CIBA).

35 El polímero termoplástico de etileno, el agente plastificante y cualesquiera componentes menores se mezclan juntos usando procedimientos conocidos en la técnica, para proporcionar una dispersión sustancialmente homogénea del agente plastificante en la matriz polimérica. La mezcla se puede llevar a cabo por ejemplo por un mezclador interno del tipo con rotores tangenciales (Danbury) o con rotores interpenetrantes; en un mezclador continuo de tipo Ko-Kneader (Buss), de un tipo de doble tornillo contrarrotatorio; o en un extrusor de uno solo tornillo: Si un copolímero de etileno de densidad ultrabaja está presente, este se puede premezclar con el polímero termoplástico de etileno, o mezclarse junto con los otros componentes.

40 Preferiblemente, el cable de la presente invención comprende al menos una capa de recubrimiento seleccionada a partir de una capa aislante, una capa semiconductora o una combinación de las mismas, estando dicha al menos una capa de recubrimiento basada en un material polimérico termoplástico, aunque no se excluyen materiales poliméricos reticulados.

Breve descripción del dibujo

45 Características adicionales se pondrán de manifiesto a partir de la descripción detallada proporcionada en lo sucesivo con referencia al dibujo anexo en el cual:

La figura 1 es una vista en perspectiva de un cable de energía, particularmente apropiado para tensión media o alta, según la invención.

Descripción detallada de las realizaciones preferidas

50 En la figura 1, el cable (1) comprende un conductor (2), una capa interna con propiedades semiconductoras (3), una capa intermedia con propiedades aislantes (4), una capa externa con propiedades semiconductoras (5), una capa de pantalla metálica (6), y una funda (7).

El conductor (2) consiste por lo general en hilos metálicos, preferiblemente de cobre o aluminio o aleaciones de los mismos, trenzados juntos por procedimientos convencionales o de una varilla maciza de aluminio o cobre.

5 La capa aislante (4) puede producirse por extrusión de un material polimérico alrededor del conductor (2). El material polimérico está basado en general en : (i) poliolefinas tales como : polietileno (PE), polietileno de densidad particularmente baja (LPDE), polietileno de densidad baja lineal (LLDPE), polietileno de densidad media (MDPE), polietileno de densidad alta (HDPE); propileno (PP); copolímeros de propileno/etileno termoplástico; gomas de etileno-propileno (EPR); gomas de etileno-propileno-dieno (EPDM); copolímeros de etileno/éster insaturado tales como copolímero de etileno/acetato de vinilo (EVA), copolímero de etileno/acrilato de metilo (EMA), copolímero de etileno/acrilato de etilo (EEA), copolímero de etileno/acrilato de butilo (EBA), o las mezclas de los mismos.

10 Las capas semiconductoras (3) y (5) también están realizadas por extrusión de materiales poliméricos basados en polímeros seleccionados a partir de los indicados anteriormente para la capa aislante (4), con la adición de negro de carbón en una cantidad suficiente para impartir propiedades semiconductoras.

15 Habitualmente los materiales poliméricos de las capas aislantes y semiconductoras son sometidos entonces a reticulación mediante iniciadores de peróxido orgánico o mediante grupos silano hidrolizables, según técnicas bien conocidas.

20 Preferiblemente, la capa aislante (4) y las capas semiconductoras (3) y (5) están realizadas por un material polímero termoplástico no reticulado mezclado con un líquido dieléctrico. El material termoplástico puede comprender un homopolímero de propileno o un copolímero de propileno con al menos un comonomero de olefina seleccionado a partir de etileno y una alfaolefina distinta de propileno, teniendo dicho homopolímero o copolímero preferiblemente un punto de fusión superior a o igual a 130 °C y una entalpía de fusión de entre 20 J/g y 100 J/g. Estos polímeros de propileno pueden usarse en mezcla mecánica con un polímero de baja cristalinidad, tal como un copolímero elastomérico de etileno, que tiene una entalpía de fusión de, por ejemplo, menos de 20 J/g, que actúa principalmente para aumentar la flexibilidad del material. Con este fin, véase por ejemplo, los documento WO 02/03398, WO 02/27731, WO 04/066318 o WO 07/048422 mencionados anteriormente a nombre del mismo solicitante.

25 Alrededor de la capa semiconductor exterior (5) está posicionada una capa de pantalla metálica (6), por lo general realizada a partir de bandas o hilos eléctricamente conductores envueltos alrededor del núcleo de cable. El material eléctricamente conductor de dichos hilos o bandas es habitualmente cobre o aluminio o aleaciones de los mismos.

Esta capa de pantalla está entonces recubierta por una funda (7) según la presente invención, habitualmente aplicada por extrusión.

30 El cable puede estar también provisto de una estructura protectora (no mostrada en la figura 1), cuyo fin principal es proteger mecánicamente el cable contra impactos o compresiones. Esta estructura protectora puede ser, por ejemplo, un refuerzo metálico o una capa de polímero expandido como se ha descrito anteriormente en el documento WO 98/52197 a nombre del solicitante.

35 El cable según la presente invención puede fabricarse según procedimientos conocidos, por ejemplo, por extrusión de las diversas capas alrededor del conductor central. La extrusión de dos o más capas se lleva a cabo ventajosamente en una sola pasada, por ejemplo por el procedimiento en tándem en el cual los extrusores están dispuestos en serie, o por coextrusión con una cabeza de extrusión múltiple. Cuando es necesario, después de la etapa de extrusión el núcleo de cable se reticula según técnicas bien conocidas. La capa de pantalla se aplica entonces alrededor del núcleo de cable así producido. Finalmente, la funda según la presente invención se aplica, habitualmente mediante una etapa de extrusión adicional. La figura 1 muestra solo una realización de un cable según la invención. Se pueden realizar modificaciones apropiadas a esta realización según necesidades técnicas específicas y requisitos de aplicación sin salirse del alcance de la invención.

Los siguientes ejemplos ilustran la invención, pero sin limitarla.

EJEMPLOS 1-5

45 Las siguientes composiciones se prepararon con las cantidades indicadas en la Tabla 1 (expresadas en % en peso respecto del peso total de la composición).

Las composiciones se prepararon en un mezclador de tipo abierto alimentado con materias primas a 14 °C. Después de haber completado la etapa de fusión, se inició la mezcla y se llevó a cabo durante 15 minutos, a continuación se recogió el material. Se prepararon muestras para prueba mecánica por moldeo de compresión a 130 °C.

50

ES 2 392 768 T3

Tabla 1

EJEMPLO	1(*)	2	3	4	5
PBD 3220	98	88	83	78	68
Nyflex® 222	--	10	15	20	30
Estabilizante	2	2	2	2	2
Antioxidante	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
(*) comparativo					

- 5 BPD 3220 (PB Petrochemicals): polietileno lineal de baja densidad (copolímero de etileno/1-buteno con un contenido del 4 % en peso, es decir el 2,08 % en mol, de comonomero de 1-buteno) que tiene: densidad = 0,920 kg/dm³; índice de fluidez (MFR) = 2,4 g/10 min Nyflex® 222 (Nynas): aceite nafténico que tiene: densidad a 15 °C = 0,893 kg/dm³; viscosidad a 40 °C = 100 cSt; viscosidad a 100 °C = 9 cSt.

A partir de las composiciones anteriores se obtuvieron muestras en forma de placas de 1 mm o 3 mm de espesor dependiendo del requisito de las pruebas estándar. Las placas se moldearon a 195 °C con 15 minutos de precalentamiento.

- 10 Las muestras así obtenidas se probaron para determinar: propiedades mecánicas, resistencia a tensiones térmicas a 110 °C y 115 °C; módulo de flexión según ASTM 790; contracción a 80 °C durante 5 horas (la prueba se repitió durante 5 días según CEI EN 2034-01; la contracción debe dar un resultado inferior al 3 % según CEI 20-11).

Los resultados se indican en la Tabla 2:

Tabla 2

EJEMPLO	1(*)	2	3	4	5
Propiedades mecánicas:					
Resistencia a la tracción (MPa)	21,6	19,7	17,2	13,7	11,0
Alargamiento a la rotura (%)	965	1065	1195	1160	1295
Resistencia a tensiones térmicas					
a 110 °C	95	99,3	96,6	95,8	94,9
a 115 °C	-	98,7	95,3	92,4	85,9
Módulo de flexión (MPa)	358	227	204	185	152
Contracción (%)	1	1,3	1,2	1,4	1,4
(*) comparativo					

- 15 En ausencia de un agente plastificante (Ejemplo 1), la flexibilidad de la muestra es pobre. El solicitante se encontró con que la cantidad de agente plastificante inferior al 5 % en peso no mejoraba de manera apreciable la flexibilidad del material de la funda.

EJEMPLOS 6-11

- 20 Las siguientes composiciones se prepararon con las cantidades indicadas en la Tabla 3 (expresadas en % en peso respecto del peso total de la composición), siguiendo las mismas condiciones indicadas para los Ejemplos 1-5

Tabla 3

EJEMPLO	6(*)	7	8	9	10	11
BDP 3220+Engage® 8452	98	88	83	98	88	83
Relación en peso de BPD 3220/Engage® 8452	80/20	80/20	80/20	90/10	90/10	90/10
Nyflex® 222	--	10	15	--	10	15
estabilizante	2	2	2	2	2	2
antioxidante	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
(*) Comparativo						

5 BPD 3220 (PB Petrochemicals): polietileno lineal de baja densidad (copolímero de etileno/1-buteno con un contenido del 4 % en peso, es decir el 2,08 % en moles, de comonómero de 1-buteno) que tiene: densidad = 0,920 kg/dm³; índice de fluidez (MFR) = 2,4 g/10 min Engage® 8452 (Dow Chemical): copolímero de etileno/1-octeno (contenido de 35 % en peso, es decir el 11,9 % en moles, de comonómero de 1-octeno) que tiene: densidad = 0,875 kg/dm³; índice de fluidez (MFR) = 3 g/10 mn. Nyflex® 222 (Nynas): aceite nafténico que tiene: densidad a 15 °C = 0,893 kg/dm³; viscosidad a 40 °C = 100 cSt; viscosidad a 100 °C = 9 cSt.

10 A partir de las composiciones anteriores se obtuvieron muestras y se probaron como se ha descrito anteriormente para los ejemplos 1-5. Los resultados se indican en la Tabla 4:

Tabla 4

EJEMPLO	6(*)	7	8	9	10	11
Propiedades mecánicas:						
Resistencia a la tracción (MPa)	23,0	16,9	15,9	21,7	18,8	16,3
Alargamiento a la rotura (%)	957	1029	1088	894	1083	1087
Módulo al 100 % (MPa)	7,3	5,9	5,3	7,8	6,5	5,8
Módulo al 200 % (MPa)	7,5	6,0	5,4	8,1	6,6	6,0
Resistencia a tensiones térmicas a 110 °C	90	86	81	97	93	92
Módulo de flexión (MPa)	264	194	165	298	228	194
Contracción (%)	1	1	1	1	1	1
(*) Comparativo						

15 La composición de un polímero de etileno con un copolímero de etileno de densidad ultrabaja (Ejemplo 6 y 9) no proporciona una funda con características de flexibilidad ventajosas. La adición de un plastificante proporciona el material de funda con la flexibilidad buscada.

REIVINDICACIONES

- 1.- Un cable que comprende al menos un conductor eléctrico, al menos una capa eléctricamente aislante que rodea dicho conductor eléctrico, y al menos una funda que rodea dicha capa eléctricamente aislante, en el cual dicha funda comprende entre el 65 % y el 95 % en peso de al menos un polímero termoplástico de etileno; entre el 5 % y el 35 % en peso de al menos un agente plastificante, estando los porcentajes expresados respecto del peso total de la funda; en el cual el al menos agente plastificante es un fluido que tiene una densidad, medida a 15 °C según el estándar ASTM D 4052, no inferior a 0,88 kg/dm³.
- 2.- El cable según la reivindicación 1, en el cual dicho al menos un polímero termoplástico de etileno está presente en una cantidad del 75 % al 88 % en peso.
- 3.- El cable según la reivindicación 1, en el cual dicho al menos un agente plastificante está presente en una cantidad del 12 % al 25 % en peso.
- 4.- El cable según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el cual el al menos un polímero termoplástico de etileno es un homopolímero de etileno o un copolímero de etileno con al menos una alfaolefina C₃-C₁₂, que tiene una densidad de entre 0,900 y 0,955 kg/dm³.
- 5.- El cable según la reivindicación 4, en el cual la al menos una alfaolefina C₃-C₁₂ está presente en una cantidad de entre el 1 y el 15 % en mol.
- 6.- El cable según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el cual el al menos un polímero termoplástico de etileno tiene una entalpía de fusión (ΔH_m) de al menos 90 J/g.
- 7.- El cable según la reivindicación 6, en el cual el al menos un polímero termoplástico de etileno tiene entalpía de fusión (ΔH_m) de entre 100 y 120 J/g.
- 8.- El cable según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el cual el al menos un polímero termoplástico de etileno tiene un índice de fluidez en fusión superior a 0,1 g/10 mn.
- 9.- El cable según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el cual el al menos un polímero termoplástico de etileno tiene un índice de fluidez en fusión igual o inferior a 10 g/10 mn.
- 10.- El cable según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el cual el al menos un polímero termoplástico de etileno se selecciona a partir de: polietileno de densidad media (MDPE) que tiene una densidad de entre 0,926 y 0,940 kg/dm³, polietileno de baja densidad (LDPE) y polietileno de baja densidad lineal (LLPDE) que tiene una densidad de entre 0,910 y 0,926 kg/dm³.
- 11.- El cable según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el cual el al menos un agente plastificante se selecciona a partir de parafinas, cicloparafinas, hidrocarburos aromáticos y poliaromáticos, ésteres, éteres, aceites minerales.
- 12.- El cable según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el cual el al menos un agente plastificante es un fluido que tiene un punto de ebullición de al menos 250 °C a 760 Torr.
- 13.- El cable según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el cual el al menos un agente plastificante es un fluido que tiene una viscosidad de al menos 3 cSt a 40 °C.
- 14.- El cable según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el cual el al menos un agente plastificante es un fluido que tiene una densidad, medida a 15 °C según el estándar ASTM D 4052, no superior a 1,50 kg/dm³.
- 15.- El cable según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el cual la al menos una funda comprende, además, al menos un copolímero de etileno de densidad ultrabaja que tiene una densidad de entre 0,860 y 0,899 kg/dm³.
- 16.- El cable según la reivindicación 15, en el cual el al menos un copolímero de etileno de densidad ultrabaja está presente en una cantidad no superior al 30 % en peso, respecto del peso total de los componentes poliméricos de la funda.
- 17.- El cable según la reivindicación 15 o 16, en el cual el al menos un copolímero de etileno de densidad ultrabaja tiene un índice de distribución de masas moleculares (MWDI), definido como la relación entre el peso molecular ponderado medio M_w y el peso molecular numérico medio M_n , no superior a 5.
- 18.- El cable según una cualquiera de las reivindicaciones 15 a 17, en el cual el al menos un copolímero de etileno de densidad ultrabaja tiene la siguiente composición monomérica: del 82 % en moles al 99 % en moles de etileno; del 1 % en moles al 18 % en moles de al menos una alfaolefina C₃-C₁₂; del 0 % al 5 % en moles de al menos un dieno.

19.- El cable según la reivindicación 1, que comprende al menos una capa de recubrimiento seleccionada a partir de una capa aislante, una capa semiconductor o una combinación de las mismas, estando dicha al menos una capa de recubrimiento basada en un material polimérico termoplástico.

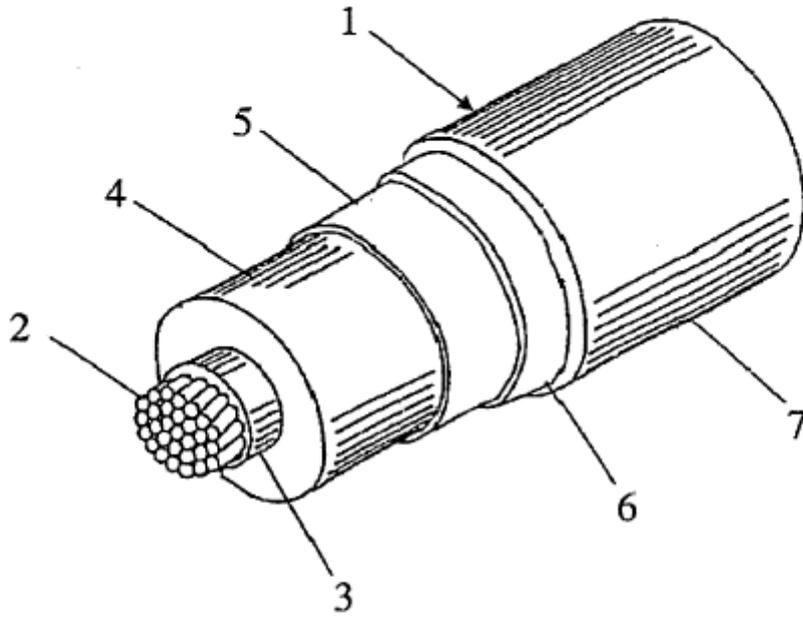


FIG. 1